PART6　飽和蒸気圧と気体の計算練習

目標　・飽和蒸気圧を理解し，蒸気を含む気体の計算にチャレンジしていこう！

Chapter1　飽和蒸気圧

要点

飽和蒸気圧（P_{max}）

蒸気の圧力の限界値。

また，飽和蒸気圧と温度の関係をグラフにしたものを蒸気圧曲線という。

◆ 飽和蒸気圧（P_{max}）　重要

蒸気の圧力の限界値を**飽和蒸気圧（P_{max}）**という。

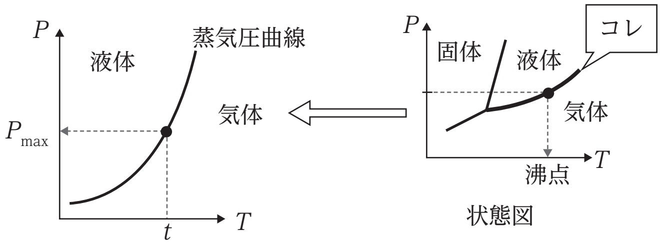
「蒸気（圧力に限界値がある)」なのか，「ただの気体（圧力に限界値がない)」なのかは次のように判断する。

・問題文中に飽和蒸気圧を与えられていたら蒸気

・水やアルコール，エーテル（常温常圧で液体で存在し沸点が低い）は蒸気

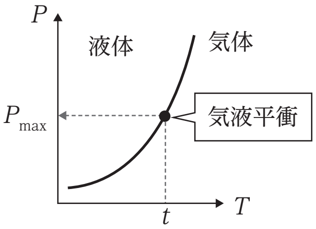
◆ 飽和蒸気圧（P_{max}）と蒸気圧曲線　重要

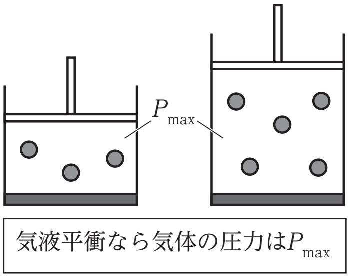
飽和蒸気圧（P_{max}）と温度の関係をグラフにしたものを**蒸気圧曲線**という。



蒸気圧曲線は状態図の一部であり「液体と気体の境界線」を表しているため，曲線上は「気体と液体が共存している状態（気液平衡という)」であり，蒸気の圧力は必ず飽和蒸気圧（P_{max}）になっている。

「液体が存在していたら，気体の圧力は絶対に飽和蒸気圧（P_{max}）！！」を徹底すること。





※蒸気圧曲線は液体と気体の境界線なので，その圧力における沸点を読み取れることをあわせて復習しておこう

まとめ

・蒸気の圧力の限界値を（　　　　　　　）といい，（　　　　）が共存している状態において，気体の圧力は必ずその限界値となっている。

Chapter2　蒸気を含む気体の計算

要点

蒸気を含む気体の計算

全て気体と仮定して圧力 P を求め，飽和蒸気圧（P_{max}）と比較する。

・$P \leqq P_{max}$ のとき → 全て気体（気体の圧力は P）

・$P > P_{max}$ のとき → 気体と液体が共存（気体の圧力は P_{max}）

◆ 蒸気を含む気体の問題　重要

蒸気を含む気体の問題は以下のように対応する。

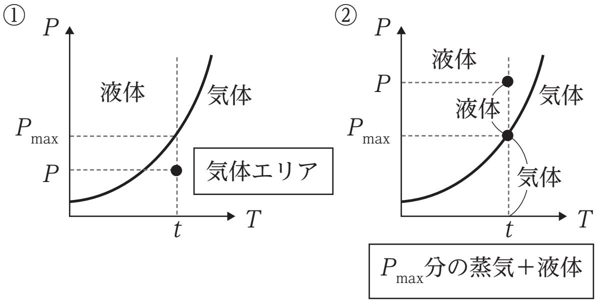
1：全て気体と仮定し，普通の気体の問題と同じように圧力 P を求める

2：1で求めた圧力 P を飽和蒸気圧 P_{max} と比較する

① **$P \leqq P_{max}$ のとき → 全て気体（蒸気の圧力は P）**

$P = P_{max}$ は「全て気体になる瞬間」もしくは「液体が生じる瞬間」

② **$P > P_{max}$ のとき → 気体と液体が共存（蒸気の圧力は P_{max}）**



例題

容積 8.3L の密閉容器に窒素 N_2 0.2mol と水 H_2O 0.5mol を入れ，27℃に保った。このとき，容器内の圧力は何 Pa か。ただし，27℃の水の飽和蒸気圧は 3.6×10^3（Pa），気体定数は 8.3×10^3（Pa･L/ mol･K）とする。

考え方

まず，気体 N_2 の分圧 P_{N_2} を出す。

$$P_{N_2} = \frac{nRT}{V} = \frac{0.2 \times 8.3 \times 10^3 \times 300}{8.3} = \underline{6.0 \times 10^4\,(\mathrm{Pa})}$$

水 H_2O が全て気体と仮定すると，その分圧 P_{H_2O} は P_{N_2} の $\frac{0.5}{0.2} = 2.5$ 倍になる。

$$P_{H_2O} = 6.0 \times 10^4 \times 2.5 = \underline{1.5 \times 10^5\,(\mathrm{Pa})}$$

求めた P_{H_2O} を飽和蒸気圧 P_{max} と比較する。

$$P_{H_2O}\ \ 1.5 \times 10^5\,(\mathrm{Pa}) > P_{max}\ 3.6 \times 10^3\,(\mathrm{Pa})$$

以上より，水蒸気の圧力は 3.6×10^3（Pa）であるため，全圧は以下のようになる。

全圧 $= P_{N_2} + P_{max} = 6.0 \times 10^4 + 3.6 \times 10^3 = 6.36 \times 10^4\,(\mathrm{Pa})$　$\underline{6.4 \times 10^4\,(\mathrm{Pa})}$

まとめ

- 蒸気を含む気体の計算では，全て気体と仮定して圧力 P を求め，その圧力 P と飽和蒸気圧（P_{max}）と比較する。
- $P \leqq P_{max}$ のとき → 状態は（　　　　　　），蒸気の圧力は（　　　）
- $P > P_{max}$ のとき → 状態は（　　　　　　　　　　），蒸気の圧力は（　　　　）

Chapter3　蒸気を含む気体の計算練習

例題

27℃, 1.00×10^5 Pa のもとで, ピストンが付いた密閉容器に窒素と水蒸気が入っており，容器の底に液体の水が存在していた。ピストンを押して容器の体積を半分にしたとき，容器の圧力は何 Pa か。ただし，液体の水の体積は無視できるものとし，27℃の水の飽和蒸気圧は 3.60×10^3（Pa）とする。

考え方

　最初に液体の水が存在していたことから，水蒸気の分圧は飽和蒸気圧の 3.60×10^3（Pa）であるため，窒素の分圧は $1.00 \times 10^5 - 3.60 \times 10^3 = 0.964 \times 10^5$（Pa）である。

　温度を一定で体積を半分にすると圧力は2倍になるため，窒素の分圧は次のようになる。

$$0.964 \times 10^5 \times 2 = 1.928 \times 10^5 \text{（Pa）}$$

　水蒸気の圧力は飽和蒸気圧であるため，容器の全圧は次のようになる。

$$1.928 \times 10^5 + 3.60 \times 10^3 = 1.964 \times 10^5 \text{（Pa）} \qquad \underline{1.96 \times 10^5 \text{ (Pa)}}$$

Chapter4　演習問題

問　27℃，1.0×10^5 Pa のもとで 0.020mol の水素 H_2 を水上置換でメスシリンダー内に捕集した。27℃における水の飽和蒸気圧が 3.6×10^3 Pa であるとき，捕集した気体の体積は何 L か。
ただし，気体定数は 8.3×10^3（Pa･L/mol･K），メスシリンダー内の気体の温度と圧力は，27℃，1.0×10^5 Pa とする。

第3講 PART6 確認問題

問1 ピストンが付いた密閉容器に0.010molの窒素N_2と0.020molの水H_2Oを入れ，体積を8.3L，温度を27℃に保った。このとき，27℃における水の飽和蒸気圧を3.6×10^3Pa，気体定数を8.3×10^3（Pa・L/mol・K）とすると，全圧は（ ア ）Paとなる。

また，温度を保ったまま，ピストンを引いて容器の体積を2倍にすると，窒素の分圧は（ イ ）Pa，水蒸気の分圧は（ ウ ）Paとなり，全圧は（ エ ）Paとなる。

(1) ピストンを引く前の容器内の状態として最も適当なものを，次の①～③のうちから一つ選べ。

① 全て液体　② 液体と気体が共存
③ 全て気体

(2) 文中の（ ア ）に当てはまる数として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

① 3.0×10^3　② 6.6×10^3
③ 7.2×10^3　④ 9.0×10^3

(3) 文中の（ イ ）に当てはまる数として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

① 1.5×10^3　② 3.0×10^3
③ 4.5×10^3　④ 6.0×10^3

(4) 文中の（ ウ ）に当てはまる数として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

① 1.8×10^3　② 3.0×10^3
③ 3.6×10^3　④ 1.2×10^4

(5) 文中の（　エ　）に当てはまる数として最も適当なものを，
次の①～④のうちから一つ選べ。

① 3.3×10^3　② 4.5×10^3

③ 9.6×10^3　④ 1.8×10^4

第３講　気体

PART1　気体①

問　⑴　2.5(mol)

⑵　31(L)

PART2　気体②

問　73

PART3　気体③

Chapter3

⑴　0.40(mol)

⑵　7.5×10^4(Pa)

⑶　1.9(L)

⑷　177(℃)

問　1.7(L)

PART4　混合気体

問　全圧：3.0×10^5(Pa)

窒素の分圧：1.2×10^5(Pa)

水素の分圧：1.8×10^5(Pa)

PART5　気体の計算練習

Chapter1

問　窒素の分圧：8.0×10^4(Pa)

酸素の分圧：2.5×10^5(Pa)

Chapter2

問　1 ： 4

Chapter3

問　1.6×10^5(Pa)

PART6　飽和蒸気圧と気体の計算練習

問　0.52(L)

PART7　理想気体と実在気体

問　ア①

イ③

ウ④

エ⑦

※ウとエは順不同

第 3 講　PART6　確認問題　解答

問 1

(1)　②

解説：

水 H_2O が全て気体と仮定すると，その分圧は $P = \frac{nRT}{V} = \frac{0.020 \times 8.3 \times 10^3 \times (27+273)}{8.3} = 6.0 \times 10^3$Pa となる。水の飽和蒸気圧（$3.6 \times 10^3$Pa）よりも大きいので，ピストンを引く前の容器には液体の水と気体が共存している。

(2)　②

解説：

(1)より，液体の水が存在しているので水蒸気の分圧は 3.6×10^3Pa となる。窒素 N_2 の分圧は

$P = \frac{0.010 \times 8.3 \times 10^3 \times (27+273)}{8.3} = 3.0 \times 10^3$Pa より，

全圧は 6.6×10^3Pa となる。

(3)　①

解説：

体積を 2 倍にすると圧力は半分になるので，窒素の分圧は $3.0 \times 10^3 \times \frac{1}{2} = 1.5 \times 10^3$Pa となる。

(4)　②

解説：

体積を２倍にすると圧力は半分になるので，水が全て気体と仮定したときの分圧は $6.0 \times 10^3 \times \frac{1}{2} = 3.0 \times 10^3$Pa となる。水の飽和蒸気圧（$3.6 \times 10^3$Pa）よりも小さいので，水は全て水蒸気として存在し，水蒸気の分圧は 3.0×10^3Pa となる。

(5)　②

解説：

窒素の分圧が 1.5×10^3Pa，水蒸気の圧力が 3.0×10^3Pa なので，全圧は 4.5×10^3Pa となる。